

المطل الاول

1 H Hydrogen																	2 He Helium
3 Li Lithium	4 Be Beryllium	5 B Boron	6 C Carbon	7 N Nitrogen	8 O Oxygen	9 F Fluorine	10 Ne Neon										
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium	13 Al Aluminum	14 Si Silicon	15 P Phosphorus	16 S Sulfur	17 Cl Chlorine	18 Ar Argon										
19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon
55 Cs Cesium	56 Ba Barium	* Lanthanum	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantalum	74 W Tungsten	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platinum	79 Au Gold	80 Hg Mercury	81 Tl Thallium	82 Pb Lead	83 Bi Bismuth	84 Po Polonium	85 At Astatine	86 Rn Radon
87 Fr Francium	88 Ra Radium	** Actinium	104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 Ds Darmstadtium	111 Rg Roentgenium	112 Cn Copernicium	113 Uut Ununtrium	114 Fl Flerovium	115 Uup Ununpentium	116 Lv Livermorium	117 Uus Ununseptium	118 Uuo Ununoctium
<div> <div> <div>Alkali</div> <div>Alkaline</div> <div>Transition</div> <div>Lanthanoid</div> </div> <div> <div>Actinoid</div> <div>Post-transition</div> <div>Metalloid</div> <div>Nonmetal</div> </div> <div> <div>Halogen</div> <div>Noble gas</div> <div>Unknown</div> </div> </div>																	
<div> <div>* Lanthanum</div> <div>58 Ce Cerium</div> <div>59 Pr Praseodymium</div> <div>60 Nd Neodymium</div> <div>61 Pm Promethium</div> <div>62 Sm Samarium</div> <div>63 Eu Europium</div> <div>64 Gd Gadolinium</div> <div>65 Tb Terbium</div> <div>66 Dy Dysprosium</div> <div>67 Ho Holmium</div> <div>68 Er Erbium</div> <div>69 Tm Thulium</div> <div>70 Yb Ytterbium</div> <div>71 Lu Lutetium</div> </div>																	

امتحانات إلكترونية ومراجعات  
وملفحات وملاحظات واسئلة  
وكل ما يخص المواد  
اكتب في بحث تليجرام.

العابقرة ٣ث

@OW\_Sec3

## العناصر الانتقالية



العابقرة ٣ث

@OW\_Sec3

## الدرس الأول : استخدامات عناصر السلسلة الإنتقالية الأولي

لكي نتعرف علي العناصر الإنتقالية الرئيسية لابد من أن نتذكر سوياً مُقتطفات من منهج الصف الثاني الثانوي و الذي سبق لك فيه دراسة فئات الجدول الدوري الحديث وأنواع العناصر بالجدول .

**إليك بعض المُقتطفات من منهج الصف الثاني الثانوي :**

- يتكون الجدول الدوري الحديث من ٧ دورات أفقية و ١٨ مجموعة رأسية ( عمود رأسي ) ، تُرتب العناصر فيه ترتيباً تصاعدياً ، حسب :

• أعدادها الذرية ( عدد البروتونات ) .

• طريقة ملء مستويات الطاقة الفرعية بالإلكترونات تبعاً لمبدأ البناء التصاعدي ، بحيث يزيد كل عنصر عن العنصر الذي يسبقه في نفس الدورة بالكترون واحد .

- عدد عناصر الجدول الدوري الحديث = ١١٨ عنصر ، تتوزع في ٧ دورات أفقية :

- الدورة الأولى = ٢ عنصر .
- الدورة الثانية = ٨ عناصر .
- الدورة الثالثة = ٨ عناصر .



المؤسس

١٨



- الدورة الرابعة = ١٨ عنصر .
- الدورة الخامسة = ١٨ عنصر .
- الدورة السادسة = ٣٢ عنصر .
- الدورة السابعة = ٣٢ عنصر .

- عدد فئات الجدول الدوري الحديث = ٤ فئات ،

- ١- الفئة (s) والتي تضم عمودين و تقع في المنطقة اليسرى من الجدول الدوري الحديث .
- ٢- الفئة (p) والتي تضم ٦ أعمدة و تقع في المنطقة اليمنى من الجدول الدوري الحديث .
- ٣- الفئة (d) والتي تضم ١٠ أعمدة ، و تقع في المنطقة الوسطى من الجدول الدوري الحديث .
- ٤- الفئة (f) والتي تضم ١٤ عمود ، و تقع أسفل الجدول الدوري الحديث .

سنكتفي بدراسة الفئة ( d )

### أنواع العناصر بالجدول الدوري الحديث

( أربعة أنواع من العناصر )

- ١- **العناصر النبيلة** : والتي تقع في الصف الرأسي الأخير من الفئة ( p ) وتُعرف بالمجموعة الصفيرية
  - ٢- **العناصر المُمتلئة** : والتي تضم عناصر الفئة ( s ) وعناصر الفئة ( p ) ما عدا عناصر المجموعة الصفيرية ( أي ما عدا عناصر الصف الرأسي الأخير من الفئة P ) .
  - ٣- **العناصر الإنتقالية الرئيسية** : وهي عناصر الفئة ( d ) .
  - ٤- **العناصر الإنتقالية الداخلية** : وهي عناصر الفئة ( f ) .
- سنكتفي بدراسة العناصر الإنتقالية الرئيسية ( عناصر الفئة ( d ) )

الجدول الدوري الحديث																	
عناصر الفئة s						عناصر الفئة d						عناصر الفئة p					
1 H الهيدروجين	2 He هيليوم	3 Li ليثيوم	4 Be بيريوم	5 B بورون	6 C كربون	7 N نيتروجين	8 O أكسجين	9 F فلورين	10 Ne نئون	11 Na صوديوم	12 Mg مغنيسيوم	13 Al ألومنيوم	14 Si سيلينيوم	15 P فوسفور	16 S كبريت	17 Cl كلورين	18 Ar أرغون
19 K بوتاسيوم	20 Ca كلسيوم	21 Sc سكندليوم	22 Ti تيتانيوم	23 V فاناديوم	24 Cr كروم	25 Mn منغنيز	26 Fe حديد	27 Co كوبالت	28 Ni نكل	29 Cu نحاس	30 Zn زنك	31 Ga جاليوم	32 Ge جرمانيوم	33 As أرسين	34 Se سيلينيوم	35 Br برومين	36 Kr كربون
37 Rb روبيديوم	38 Sr سترونشيوم	39 Y يتربيوم	40 Zr زركونيوم	41 Nb نيوبيوم	42 Mo موليبدنوم	43 Tc تكنيشيوم	44 Ru روثينيوم	45 Rh روديوم	46 Pd بلاديوم	47 Ag فضة	48 Cd كاديوم	49 In إنديوم	50 Sn قصدير	51 Sb ستيمون	52 Te تيلوريوم	53 I يود	54 Xe زينون
55 Cs سيزيوم	56 Ba باريوم	57 La لانثانوم	58 Ce سيريوم	59 Pr بروميثيوم	60 Nd نيوديميوم	61 Pm بروميثيوم	62 Sm سميثيوم	63 Eu يوروبيوم	64 Gd جادولينيوم	65 Tb تيربيوم	66 Dy ديسبريوم	67 Ho هولميوم	68 Er إربيوم	69 Tm تولميوم	70 Yb يوروبيوم	71 Lu لوتشيوم	72 Hf هافنيوم
73 Ta تانتالوم	74 W ولفرام	75 Re ريناديوم	76 Os أوسميوم	77 Ir إيريديوم	78 Pt بلاتين	79 Au ذهب	80 Hg زئبق	81 Tl ثاليوم	82 Pb رصاص	83 Bi بزموت	84 Po بولونيوم	85 At أستاتين	86 Rn رينجن	87 Fr فرانسيوم	88 Ra راديوم	89 Ac أكتينيوم	90 Th توريوم
91 Pa بروتكتينيوم	92 U يورانيوم	93 Np نبتونيوم	94 Pu بلوتونيوم	95 Am أميريكيوم	96 Cm كالمينيوم	97 Bk بريكنيوم	98 Cf كاليفورنيوم	99 Es إيسنبريكيوم	100 Fm فيرميوم	101 Md مندلييفيوم	102 No نوبليوم	103 Lr لوثرشيوم	104 Rf رفرينجيم	105 Db دوبرينيوم	106 Sg سجورديوم	107 Bh بيريغيم	108 Hs هاسيوم
109 Mt ميتليفيوم	110 Ds داينسيوم	111 Rg ريغنديوم	112 Uub يونيبيوم	113 Uut يوتيبيوم	114 Uuq يويكسبيوم	115 Uup يويبيوم	116 Uuh يويغيم	117 Uus يويستبيوم	118 Uuo يويونبيوم	119 Uus يويستبيوم	120 Uuo يويونبيوم	121 Uus يويستبيوم	122 Uuo يويونبيوم	123 Uus يويستبيوم	124 Uuo يويونبيوم	125 Uus يويستبيوم	126 Uuo يويونبيوم





وهناك بعض الشذوذ لبعض العناصر في التوزيع الإلكتروني للعناصر الإنتقالية ..  
.. شرح كل سلسلة بالتفصيل ..

### السلسلة الإنتقالية الرئيسية الأولى

عناصر الفئة d									
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
المجموعة (3B)	المجموعة (4B)	المجموعة (5B)	المجموعة (6B)	المجموعة (7B)	المجموعة (8)	المجموعة (8)	المجموعة (10)	المجموعة (11B)	المجموعة (2B)
21 Sc سكانديوم 44.9	22 Ti تيتانيوم 47.88	23 V فاناديوم 50.94	24 Cr كروم 52	25 Mn منجنيز 54.94	26 Fe حديد 55.84	27 Co كوبلت 58.93	28 Ni نيكل 58.69	29 Cu نحاس 63.55	30 Zn خارصين 65.39

١- يتتبع فيها إمتلاء المستوي الفرعي 3d والذي يقع في مستوي الطاقة الرئيسي الثالث (M)

٢- تقع في الدورة الرابعة .

٣- تقع بعد عنصر الكالسيوم  $[_{20}\text{Ca} : (_{18}\text{Ar}), 4s^2]$  وهو عنصر مُثل يقع في الفئة (s) والمجموعة 2A .

٤- تبدأ بعنصر السكانديوم ( $_{21}\text{Sc}$ ) حيث توزيعه الإلكتروني تبعاً لأقرب غاز خامل  $[_{21}\text{Sc} : (_{18}\text{Ar}), 4s^2, 3d^1]$

٥- تنتهي بعنصر الخارصين ( $_{30}\text{Zn}$ ) حيث توزيعه الإلكتروني تبعاً لأقرب غاز خامل  $[_{30}\text{Zn} : (_{18}\text{Ar}), 4s^2, 3d^{10}]$

٦- تبدأ بملئ المستوي الفرعي 3d بالإلكترونات مفردة بداية من السكانديوم  $3d^1$  حتي المنجنيز  $3d^5$  ، ثم يحدث ازدواج للإلكترونات المفردة بداية من الحديد  $3d^6$  حتي الخارصين  $3d^{10}$

٧- تضم 10 عناصر منها 9 عناصر إنتقالية فقط والأخير \_ الخارصين \_ غير إنتقالي " سيتم شرحها فيما بعد " .

٨- عناصر المجموعة الثامنة هي ثلاثية الحديد : " الحديد - الكوبلت - النيكل " .

٩- التركيب الإلكتروني العام للسلسلة هو :  $[4s^{1:2}, 3d^{1:10}]$

حيثُ الأبعد عن النواة والأقل طاقة هو 4s ومجموع الطاقة له  $(n + l) = (4 + 0) = 4$  والأقرب للنواة والأعلى طاقة هو 3d ومجموع الطاقة له  $(n + l) = (3 + 2) = 5$

١٠- تحمل صفات فلزية وتتعدد في حالات تأكسدها وتحمل خواص حامضية وقاعدية وتكون مركبات مُعقدة وملونة وعديمة اللون وصفات مغناطيسية وذات نشاط حفزي كبير وكثافة مُرتفعة ودرجات انصهار وغليان عالية وتوصيل كهربائي وحراري جيد .

.. سيتم دراستها بالتفصيل ..



## العناصر الانتقالية

السلسلة الرئيسية الإنتقالية الأولى

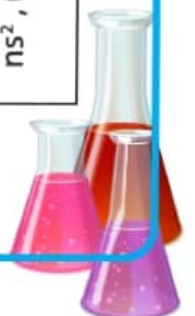
السلسلة الرئيسية الإنتقالية الثانية

السلسلة الرئيسية الإنتقالية الثالثة

السلسلة الرئيسية الإنتقالية الرابعة

عناصر الفئة d											
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
المجموعة (3B)	المجموعة (4B)	المجموعة (5B)	المجموعة (6B)	المجموعة (7B)	المجموعة (8)	المجموعة (9)	المجموعة (10)	المجموعة (11)	المجموعة (12)		
21 Sc سكندسيوم 44.9	22 Ti تيتانيوم 47.88	23 V فاناديوم 50.94	24 Cr كروم 52	25 Mn منجنيز 54.94	26 Fe حديد 55.84	27 Co كوبالت 58.93	28 Ni نيكيل 58.69	29 Cu نحاس 63.55	30 Zn زنك 65.39		
39 Y يتريوم 88.9	40 Zr زركونيوم 91.22	41 Nb نيوبيوم 92.9	42 Mo موليبدينوم 95.94	43 Tc تكنيشيوم 98	44 Ru روثينيوم 101.1	45 Rh رودينيوم 101.07	46 Pd بالاديوم 106.42	47 Ag فضة 107.87	48 Cd كاديوم 112.4		
57 La لانثانوم 138.9	72 Hf هافنيوم 178.5	73 Ta تانتالوم 180.9	74 W تungsten 183.84	75 Re رينيوم 186.2	76 Os أوزميوم 190.23	77 Ir إيريديوم 192.22	78 Pt بلاتين 195.08	79 Au ذهب 197	80 Hg زئبق 200.59		
89 Ac أكتينيوم 227	104 Rf رذرفورديوم 261	105 Db دوبنيوم 262	106 Sg سيغريوم 266	107 Bh بورفيريم 264	108 Hs هاسيوم 269	109 Mt ميتانيوم 268	110 Ds داستانيوم 281	111 Rg روغنديوم 272	112 Uub يونونيوم 285		

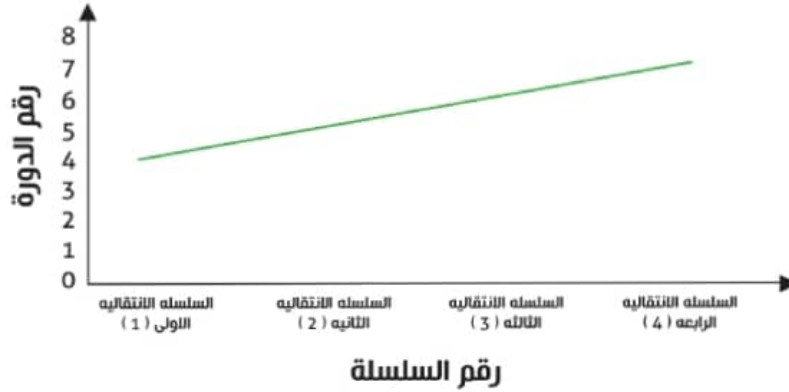
الترتيب الدوري الجدول الدوري	الثالث	الرابع	الخامس	السادس	السابع	الثامن	التاسع	العاشر	الحادي عشر	الثاني عشر
ترتيب العناصر العناصر الإنتقالية	الأول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	السادس	السابع	الثامن	التاسع	العاشر
رقم المجموعة	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
رمز المجموعة بالأرقام	3B	4B	5B	6B	7B	المجموعة الثامنة			1B	2B
رمز المجموعة بالأرقام اللاتينية	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII			I B	II B
التركيب الإلكتروني العالم	$ns^2, (n-1)d^1$	$ns^2, (n-1)d^2$	$ns^2, (n-1)d^3$	$ns^1, (n-1)d^5$	$ns^2, (n-1)d^5$	$ns^2, (n-1)d^6$	$ns^2, (n-1)d^7$	$ns^2, (n-1)d^8$	$ns^1, (n-1)d^{10}$	$ns^2, (n-1)d^{10}$



٣ ( السلسلة الواحدة من سلاسل الفئة d) تضم  $\frac{1}{4}$  من العناصر الإنتقالية الرئيسية .

٤ ( المجموعة الثامنة هي أكثر المجموعات في الجدول الدوري تحتوي علي عناصر إنتقالية رئيسية حيث تضم  $\frac{3}{10}$  تقريباً من العناصر الإنتقالية الرئيسية .

٥ ( العلاقة البيانية بين رقم الدورة ورقم السلسلة الإنتقالية الرئيسية :



### السلسلة الإنتقالية الرئيسية الأولى

عناصر الفئة d											
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
المجموعة (3B)	المجموعة (4B)	المجموعة (5B)	المجموعة (6B)	المجموعة (7B)	المجموعة (8)	المجموعة (8)	المجموعة (10)	المجموعة (1B)	المجموعة (2B)		
21 Sc سكانديوم 44.9	22 Ti تيتانيوم 47.88	23 V فاناديوم 50.94	24 Cr كروم 52	25 Mn منجنيز 54.94	26 Fe حديد 55.84	27 Co كوبلت 58.93	28 Ni نيكل 58.69	29 Cu نحاس 63.55	30 Zn خارصين 65.39		

- تشمل هذه السلسلة علي عشرة عناصر هي : السكانديوم (Sc) و التيتانيوم (Ti) والفاناديوم (V) والكروم (Cr) والمنجنيز (Mn) والحديد (Fe) والكوبلت (Co) والنيكل (Ni) والنحاس (Cu) والخرصين (Zn) ، وتلي عنصر الأرجون في توزيعها الإلكتروني .

- الجدول التالي يوضح النسب المئوية لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى في القشرة الأرضية ، حيث تُشكل أقل من 7 % من وزن القشرة الأرضية





السلسلة الانتقالية الرئيسية الرابعة

89 Ac أكتينيوم 227	104 Rf رذرفورديوم 261	105 Db دوبنيوم 262	106 Sg سيزجيم 266	107 Bh بوهريوم 264	108 Hs هاسيوم 269	109 Mt ميتانيوم 268	110 Ds دارمستاديوم 281	111 Rg روجنديوم 272	112 Uub يونيبيوم 285
-----------------------------	--------------------------------	-----------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------	------------------------------	---------------------------------	------------------------------	-------------------------------

- ١- يتتابع فيها إمتلاء المستوي الفرعي 6d والذي يقع في مستوي الطاقة الرئيسي الخامس ( P )
- ٢- تقع في الدورة السابعة .
- ٣- تقع بعد عنصر الراديوم  $[Ra : (Rn), 7s^2]$  " عنصر مُمثل يقع في الفئة ( s ) والمجموعة 2A
- ٤- تبدأ بعنصر الأكتينيوم ( $Ac_{89}$ ) حيث توزيعه الإلكتروني تبعاً لأقرب غاز خامل  $[Ac_{89} : (Rn_{86}), 7s^2, 6d^1]$

س علل ؟ تختلف المجموعة الرأسية الثامنة عن باقي المجموعات الرأسية (B) ؟  
لأن التشابه في خواص عناصرها الأفقية أكثر من التشابه في عناصرها الرأسية

س علل ؟ عدد عناصر السلسلة الانتقالية الرئيسية الأولى ١٠ عناصر ؟  
لأن المستوي الفرعي 3d يتشبع بـ 10 إلكترونات وكل إلكترون يُمثل عنصر كيميائي

تدريب

علل ؟ عدد عناصر السلسلة الانتقالية الرئيسية الثانية 10 عناصر ؟

ملاحظات واستنتاجات مهمة

١) العلاقة بين رتبة السلسلة الانتقالية ورقم الدورة وعدد كم المستوي (d) :-

رقم الدورة	عدد الكم للمستوي (s) الذي يسبق المستوي (d)	عدد الكم للمستوي (d) الذي يتتابع إمتلاءه بها	رتبة السلسلة
n + 3 يزيد عن رتبة السلسلة بمقدار 3	n + 3 يزيد عن رتبة السلسلة بمقدار 3	n + 2 يزيد عن رتبة السلسلة بمقدار 2	n "مُفترضة"

٢) المجموعة الواحدة من مجموعات الفئة (d) تضم  $\frac{1}{10}$  من العناصر الانتقالية الرئيسية



السلسلة الإنتقالية الرئيسية الثانية

39 Y يتريوم 88.9	40 Zr زركونيوم 91.22	41 Nb نيوبيوم 92.9	42 Mo موليبديوم 95.94	43 Tc تكنيتيوم 98	44 Ru روثينيوم 101.1	45 Rh رودينيوم 102.9	46 Pd بلاديوم 106.42	47 Ag فضة 107.9	48 Cd كاديوم 112.4
---------------------------	-------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	----------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------	-----------------------------

- ١- يتتابع فيها إمتلاء المستوي الفرعي 4d والذي يقع في مستوي الطاقة الرئيسي الرابع (N)
- ٢- تقع في الدورة الخامسة .
- ٣- تقع بعد عنصر الإسترانشيوم  $[_{38}\text{Sr} : (_{36}\text{Kr}) , 5s^2]$  عنصر مُمثل يقع في الفئة (s) والمجموعة 2A .
- ٤- تبدأ بعنصر اليتريوم ( $_{39}\text{Y}$ ) حيث توزيعه الإلكتروني تبعاً لأقرب غاز خامل  $[_{39}\text{Y} : (_{36}\text{Kr}) , 5s^2 , 4d^1]$
- ٥ - تنتهي بعنصر الكاديوم ( $_{48}\text{Cd}$ ) حيث توزيعه الإلكتروني تبعاً لأقرب غاز خامل  $[_{48}\text{Cd} : (_{36}\text{Kr}) , 5s^2 , 4d^{10}]$
- ٦ - تضم 10 عناصر ومنها 9 عناصر إنتقالية فقط والأخير - الكاديوم - غير إنتقالي .
- ٧ - عناصر المجموعة الثامنة هي ثلاثية البلاديوم : " الروتينيوم - الروديوم - البلاديوم " .
- ٨ - التركيب الإلكتروني العام للسلسلة هو :  $[4s^{1:2} , 4d^{1:10}]$
- حيثُ الأبعد عن النواة والأقل طاقة هو 5s ومجموع الطاقة  $(n + l) = (5 + 0) = 5$  والأقرب للنواة والأعلى طاقة هو 4d ومجموع الطاقة  $(n + l) = (4 + 2) = 6$

السلسلة الإنتقالية الرئيسية الثالثة

57 La لانثانيوم 138.9	72 Hf هافنيوم 178.5	73 Ta تنتاليوم 180.9	74 W تنجستن 183.84	75 Re رينيوم 186.2	76 Os أوزميوم 190.23	77 Ir إيريديوم 192.22	78 Pt بلاتين 195.1	79 Au ذهب 197	80 Hg زئبق 200.6
--------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	--------------------------------	-----------------------------	------------------------	---------------------------

- ١- يتتابع فيها إمتلاء المستوي الفرعي 5d والذي يقع في مستوي الطاقة الرئيسي الخامس (O)
- ٢- تقع في الدورة السادسة .
- ٣- تقع بعد عنصر الباريوم  $[_{54}\text{X} : (_{54}\text{Xe}) , 6s^2]$  وهو عنصر مُمثل يقع في الفئة (s) والمجموعة 2A
- ٤- تبدأ بعنصر اللانثانيوم ( $_{57}\text{La}$ ) حيث توزيعه الإلكتروني تبعاً لأقرب غاز خامل  $[_{57}\text{La} : (_{56}\text{Ba}) , 6s^2 , 5d^1]$
- ٥- تنتهي بعنصر الزئبق ( $_{80}\text{Hg}$ ) حيث توزيعه الإلكتروني تبعاً لأقرب غاز خامل  $[_{80}\text{Hg} : (_{54}\text{Xe}) , 6s^2 , 5d^{10}]$
- ٦ - تضم 10 عناصر ومنها 9 عناصر إنتقالية فقط والأخير - الزئبق - غير إنتقالي .
- ٧ - عناصر المجموعة الثامنة وهي ثلاثية البلاتين : " الأوزميوم - الإيريديوم - البلاتين " .
- ٨ - التركيب الإلكتروني العام للسلسلة هو :  $[6s^{1:2} , 5d^{1:10}]$
- حيثُ الأبعد عن النواة والأقل طاقة هو 6s ومجموع الطاقة  $(n + l) = (6 + 0) = 6$  والأقرب للنواة والأعلى طاقة هو 5d ومجموع الطاقة  $(n + l) = (5 + 2) = 7$



العنصر	النسبة الوزنية في القشرة الأرضية %	الترتيب من حيث الانتشار في القشرة الأرضية من بين العناصر الانتقالية الرئيسية	التوزيع الإلكتروني للعنصر	مجموعته
النيكل Ni 28	0.0089	السادس	$4s^2, 3d^8$	VIII
الكوبلت Co 27	0.003	التاسع	$4s^2, 3d^7$	VIII
الحديد Fe 26	5.1	الأول	$4s^2, 3d^6$	VIII
المنجنيز Mn 25	0.11	الثالث	$4s^2, 3d^5$	VII B
الكروم Cr 24	0.014	الخامس	$4s^1, 3d^5$	VI B
الفاناديوم V 23	0.02	الرابع	$4s^2, 3d^3$	V
التيتانيوم Ti 22	0.66	الثاني	$4s^2, 3d^2$	IV B
السكرانديوم Sc 21	0.0026	العاشر	$4s^2, 3d^1$	III B
الزنك Zn 30	0.0078	السابع	$4s^2, 3d^{10}$	II B
النحاس Cu 29	0.0068	الثامن	$4s^1, 3d^{10}$	I B

رغم أن هذه العناصر تُشكل نسبة ضئيلة إلا أنها ذات أهمية اقتصادية كبيرة ولا يمكن الاستغناء عنها في حياتنا العملية ..

" وإليك بعض استخداماتها "

امتحانات إلكترونية ومراجعات  
وملفحات وملاحظات واسئلة  
وكل ما يخص المواد  
اكتب في بحث تليجرام.



العباقره ٣

@OW\_Sec3



المؤسس

٣





### عنصر السكنديوم ( $_{21}\text{Sc}$ ) Scandium

#### خصائصه :

- ١- أول عنصر من عناصر السلسلة الإنتقالية الاولى .
- ٢- يوجد بكميات صغيرة جدًا موزعة علي نطاق واسع من القشرة الأرضية .

#### استخداماته :

- ١- يُضاف إلي مصابيح أبخرة الزئبق ، المُستخدمة فـ :
- التصوير التليفزيوني الليلي
- إنارة المسارح والصالات المُغطاة وملاعب الكرة والمعابد... **علل** ؟
- ج/ لإنتاج ضوء عالي الكفاءة ، يُشبه ضوء الشمس .

مصباح الإضاءة العالية



طائرة ميح مقاتلة

٢- يُستخدم في صناعة

- طائرات الميخ المُقاتلة
- عصى لأكروس ( الهوكي )
- في مضارب كرة البيسبول ..... **علل** ؟
- ج/ لأنه عند إضافته بنسبة ضئيلة إلي الألومنيوم تتكون سبيكة تتميز بخفتها وشدة صلابتها ومقاومتها للحرارة والتآكل .

### عنصر التيتانيوم ( $_{22}\text{Ti}$ ) Titanium

#### خصائصه :

- ١- يُعتبر العنصر الثاني بعد الحديد وفرة في القشرة الأرضية
  - ٢- عنصر شديد الصلابة كالصلب ( Steel ) ولكنه أقل منه كثافة .
- أذكر وجه الشبه والاختلاف بين التيتانيوم والصلب ؟

وجه الاختلاف	وجه الشبه
الكثافة ( حيث التيتانيوم ) أقل كثافة أي أخف من الصلب	الصلابة

مركبة فضائية



#### استخداماته :

- ١- تُستخدم سبائكه مع الألومنيوم في صناعة الطائرات والمركبات الفضائية... **علل** ؟
- لأنه يحافظ علي متانته في درجات الحرارة المرتفعة في الوقت الذي تنخفض فيه متانة الألومنيوم .





مسمار من التيتانيوم

٢- يُستخدم في زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية.... **علل** ؟  
لأن الجسم لا يلفظه (لا يهاجمه الجهاز المناعي) ولا يُسبب أي نوع من التسمم .

**أهم مركباته :**

- ثاني أكسيد التيتانيوم ( $TiO_2$ ) : والذي يدخل في تركيب مستحضرات الحماية من اشعة الشمس ، حيثُ تعمل دقائقه النانوية - (أي تُصنع المادة في الحجم النانوي وليس الحجم العادي) - علي منع وصول الأشعة فوق بنفسجية للجلد .



مستحضرات الحماية والكريمات

### عنصر الفانديوم ( $V_{23}$ )

**استخداماته :**

- يُضاف بنسبة ضئيلة إلي الصلب ؛ فتتكون سبيكة تتميز بقساوة عالية وقدرة كبيرة علي مقاومة التآكل ؛ لذا تُستخدم في صناعة زنبركات السيارات .

**أهم مركباته :**

- خامس أكسيد الفانديوم ( $V_2O_5$ ) : الذي يُستخدم
- ١- كصبغة في صناعة السيراميك والزجاج .
- ٢- كعامل حفاز في صناعة المغناطيسيات فائقة التوصيل .
- ٣- كعامل حفاز في تحضير حمض الكبريتيك صناعيًا بطريقة التلامس .
- ٤- كعامل حفاز في تحضير حمض البنزويك تجاريًا .



مغناطيس فائق التوصيل



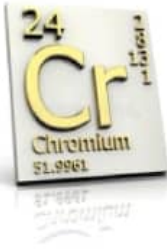
زنبركات السيارات



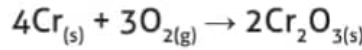


## عنصر الكروم ( $_{24}\text{Cr}$ )

### خصائصه :



- ١- يقاوم فعل العوامل الجوية (عوامل الصدأ والتآكل) علي الرغم من أنه علي درجة عالية من النشاط الكيميائي .... **علل** ؟
- صدأ الكروم يحمي الكروم ... **علل** !
- ج/ حيث أنه يكون طبقة غير مسامية متماسكة من الأكسيد ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) علي سطحه تمنع استمرار تفاعله مع أكسجين الهواء الجوي، فحجم جزيئات الأكسيد المتكون أكبر من حجم ذرات العنصر نفسه (ظاهرة الخمول الكيميائي) .
- تبعا للمعادلة الآتية :



### لمزيد من التوضيح

- يتم تأكسد ذرات السطح لفلز الكروم عند تفاعلها مع الهواء
  - طبقة الأكسيد حجم جزيئاتها أكبر من حجم الفلز
  - فيقل عدد ذرات السطح وهي نسبة قليلة
  - ويظل عدد ذرات الدخل ثابتة
- يحدث تأكسد
- شبكة بلورية توضح تراص ذرات الفلز
- طبقة الأكسيد
- ذرات الفلز
- عدد ذرات الدخل
- عدد ذرات السطح

### استخداماته :

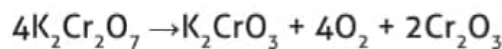
- ١- يُستخدم في دهان وطلاء المعادن وحمايتها من الصدأ والتآكل والحرارة وفي تلميع الأسطح **علل** ؟
- ج/ نظراً لقدرته علي تكون طبقة غير مسامية متماسكة .
- ٢- يُستخدم أيضاً في دباغة الجلود " فعملية الدباغة : معالجة الجلد بمواد تزيل العفن والتتن والرطوبة والشعر وتعطي الجلد المرونة والمتانة " مثل : جلد نعل الحذاء .
- ٣- يُستخدم في تكوين الفولاذ (الصلب الي أبيضاً) " سبيكة الحديد كروم "
- ٤- في طلاء جنوط السيارات لحمايتها من الصدأ والتآكل
- ٥- يُستخدم في تكوين سبيكة النيكل كروم التي تُستخدم في صناعة ملفات التسخين ( المدفأة - المكواة - السخان الكهربائي ) ، الأفران الكهربائية علل ؟ لأنها تقاوم التآكل حتي وهي مُسخنة لدرجة الإحمرار وتمدها صغير (أي تتحمل درجات الحرارة العالية)



ملفات التسخين المصنوعة من سبيكة النيكل كروم

### أهم مركباته :

تضم هذه المعادلة أهم مركباته وأكثرها إنتشاراً :



### ١- أكسيد الكروم الثلاثي ( $Cr_2O_3$ ) :

والذي يُستخدم :

١- كـ عامل مؤكسد

٢- فـ صناعة الأصباغ والطلاءات ذات اللون الأخضر

### ٢- ثاني كرومات البوتاسيوم (بيكرومات البوتاسيوم) ( $K_2Cr_2O_7$ ) :

والتي تُستخدم :

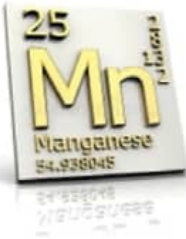
- ١- كـ مادة مؤكسدة " أي عند تفاعلها يحدث لها عملية اختزال ويختزل عدد تأكسد الكروم من  $+6$  إلى  $+3$  ويتحول لونها من اللون البرتقالي إلى اللون الأخضر بمجرد دخولها في تفاعلات الأكسدة والاختزال فتتفاعل مع عوامل مُختزلة كغاز ثاني أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) .
- ٢- معظم مركبات الكروم تُستخدم في التلوين والطلاء والأصباغ ؛ نظراً لتعدد ألوان مركباتها باللون الأحمر والبرتقالي والأخضر والأصفر

- للإطلاع فقط " شب الكروم البوتاسي ( $K_2SO_4 - Cr_2(SO_4)_3 - 24H_2O$ ) يُستخدم في تثبيت الأصباغ علي الأقمشة

### عنصر المنجنيز ( $_{25}Mn$ ) Manganese

خصائصه :

- ١- العنصر الثالث بعد الحديد والتيتانيوم وفرة في القشرة الأرضية
- ٢- لا يُستخدم وهو في الحالة النقية في الصناعات؛ لذا يُستخدم دائماً في صورة سبائك أو مركبات ... عل؟ نظراً لهشاشته الشديدة .
- ٣- يُشبه الحديد في مظهره .



- السبب في هشاشة المنجنيز يرجع إلى شبكته البلورية

- فكلما كانت الشبكة البلورية منتظمة تحقق لها الثبات الحراري وعدم الهشاشة

استخداماته :

- ١- تُستخدم سبائك الحديد مع المنجنيز في صناعة خطوط السكك الحديدية ... عل؟ لأنها تكون سبيكة الحديد منجنيز التي تمتاز بأنها أصعب من الصلب .
- ٢- تُستخدم سبائك الألومنيوم مع المنجنيز في صناعة عبوات المشروبات الغازية ... عل؟ نظراً لمقاومتها للتآكل

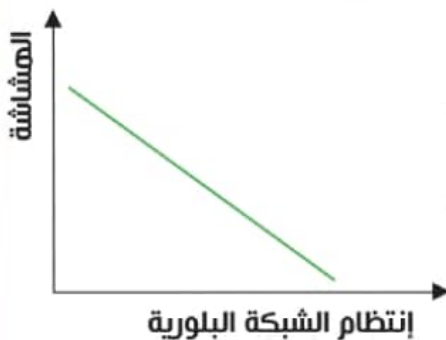
أهم مركباته :

### ١- ثاني أكسيد المنجنيز ( $MnO_2$ ) :

يُستخدم :-

- كعامل مؤكسد قوي .

- في صناعة العمود الجاف .





- كعامل حفاز في إنطلال فوق أكسيد الهيدروجين للحصول علي الماء والأكسجين .

٢- برمنجنات البوتاسيوم (  $\text{KMnO}_4$  ) :

يُستخدم :

- كمادة مؤكسدة " وعند إختزالها يتحول لونها من البنفسجي إلى عديم اللون "

- كمادة مُطهرة (حيث أنها تُستخدم في غسيل الخضروات والفواكه وفي تطهير الجروح أيضًا )

٣- كبريتات المنجنيز (  $\text{MnSO}_4$  ) : تُستخدم كمبيد للفطريات .

### عنصر الحديد ( $_{26}\text{Fe}$ ) Iron

خصائصه :

١- لين نسبياً في حالته النقية .

٢- قابل للتمغنط .

استخداماته :

١- في المجال الصناعي في الخرسانات المسلحة وأبراج الكهرباء والسكاكين

٢ - في المجال الحربي في مواسير البنادق والمدافع

٣ - في المجال الطبي في الأدوات الجراحية

٤ - في المغناطيسات ؛ نظراً لقابليته للتمغنط .

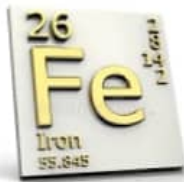
٥ - في البطاريات الجافة في السيارات الحديثة .

٦- كعامل حفاز فـ :

- تحضير النشادر من عنصريه بطريقة هابر - بوش .

- تحويل الغاز المائي ( خليط من غازي أول أكسيد الكربون والهيدروجين ) إلي وقود سائل بطريقة

فيشر - تروشب



### عنصر الكوبلت ( $_{27}\text{Co}$ ) Cobalt

خصائصه :

١- يُشبه الحديد في أن كلاهما قابلاً للتمغنط؛ لذا يُستخدم في صناعة

المغناطيسات .

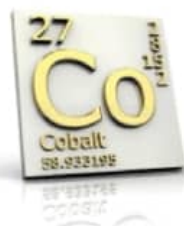
٢- يُشبه الحديد في أن كلاهما يدخل في صناعة البطاريات الجافة في

السيارات الحديثة .

استخداماته :

١- في المغناطيسات .

٢- في البطاريات الجافة في السيارات الحديثة .



### أهم نظائره :

- الكوبلت له 12 نظير مُشع ؛ أهمهم الكوبلت 60 المُشع الذي يصدر عنه أشعة جاما التي تمتاز بقدرتها العالية علي النفاذ ، لذا يُستخدم في :
  - ١- المجال الغذائي في عمليات حفظ المواد الغذائية .
  - ٢- المجال الصناعي في التأكد من جودة المُنتجات حيثُ يكشفُ عن مواقع الشقوق ولحام الوصلات .
  - ٣- المجال الطبي في الكشف عن الأورام الخبيثة وعلاجها .

### معلومات مُتضمنة :

- ١- **النظائر** : عبارة عن عدة صور لعنصر واحد، لها نفس العدد الذري وعدد البروتونات وعدد الإلكترونات وتختلف في العدد الكتلي وعدد النيوترونات .
- ٢- **العنصر المُشع** : هو العنصر الذي يُخرج جسيمات دقيقة جدًا غير مرئية ذات استخدامات حياتية ، مثل أشعة ألفا وجاما وبيتا .
- ٣- **أشعة جاما ذات** قدرة عالية علي النفاذ والإختراق بينما أشعة ألفا قدرتها ضعيفة علي النفاذ وأشعة بيتا تنفذ .
- ٤- **عدد النيوترونات** بالكوبلت 60 = 33 نيوترون .
- ٥- **الأورام الخبيثة** كسرطان الدم (اللوكيميا) وكسرطان الرئة وكسرطان الكبد وكسرطان الثدي

### عنصر النيكل ( $_{28}Ni$ ) NiCkel

#### خصائصه :

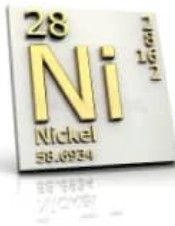
- ١- مقاوم للصدأ والتآكل وله مظهر لامع .
- ٢- تتميز سبائكها مع الصلب بالصلابة ومقاومة الصدأ ومقاومة الأحماض وبعدم تأثره بالقلويات أو بسائل فلوريد الهيدروجين .

#### استخداماته :

- ١- يُستخدم النيكل في طلاء المعادن؛ لحمايتها من الأكسدة والصدأ والتآكل وإعطائها شكل أفضل ومظهر لامع .
- ٢- يُستخدم النيكل المجرأ كعامل حفاز في هدرجة الزيوت النباتية (المواد العضوية الغير مُشبعة) .
- ٣- يدخل النيكل مع الكاديوم في تكوين بطاريات النيكل كاديوم القلوية القابلة لإعادة الشحن .
- ٤- يدخل النيكل مع الكروم في تكوين سبائك النيكل كروم التي تُستخدم في صناعة ملفات التسخين (اللولب) والافران الكهربائية؛ لأنها تقاوم التآكل حتي وهي مُسخنة لدرجة الإحمرار .

#### معلومات مُتضمنة :

- سبب تجزئة النيكل عند إستخدامه في هدرجة الزيوت هو أنه عندما يكون مجزأ تجزئاً دقيقاً تزداد مساحة السطح المُعرض للفاعل فتزداد سرعة التفاعل فينتهي التفاعل في وقت أقل .





عنصر النحاس (  $_{29}\text{Cu}$  ) Copper

خصائصه :

- ١- يُعتبر النحاس أول فلز عرفه الإنسان علي مر التاريخ .
- ٢- شائع الإستخدام منذ العصر البرونزي ؛ لذا يكون سبيكة مع القصدير تُعرف باسم سبيكة البرونز .
- ٣- عنصر أحمر طري .
- ٤- يتميز بتوصيل حراري وكهربي عالي .
- ٥- من أكثر ثلاث فلزات مُستخدمة بكثرة .

استخداماته :

- ١- يدخل مع القصدير في تكوين سبيكة البرونز التي تُستخدم في الميداليات والجوائز (ميداليات المركز الثالث بالأولمبياد) .
- ٢- يدخل في صناعة الكابلات الكهربائية والأسلاك ... **علل** ؟ لأنه جيد التوصيل للكهرباء .
- ٣- يدخل في تكوين سبائك العملات المعدنية (النقود) ... **علل** ؟ نظراً لقلّة نشاطه الكيميائي

أهم مركباته :

- ١ - كبريتات النحاس (  $\text{CuSO}_4$  ) II تُستخدم :
  - كمبيد حشري في الأراضي الزراعية .
  - كمبيد للفطريات في عمليات تنقية مياه الشرب
- ٢ - في تكوين محلول فهلنج : يُستخدم في الكشف عن سكر الجلوكوز (  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  ) حيث أنه يؤكسد سكر الجلوكوز ويختزله سكر الجلوكوز فيتحول لون محلول فهلنج من اللون الأزرق إلي اللون البرتقالي .



عنصر الزنك (  $_{30}\text{Zn}$  ) Zinc

خصائصه :

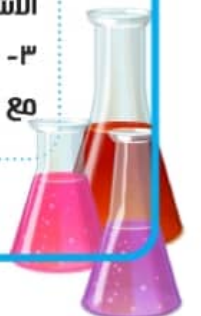
- ذات نشاط كيميائي عالٍ ؛ لذا فهو عامل مُختزل قوي .

استخداماته :

- يُستخدم في طلاء المعادن وجلفنة الفلزات ؛ لحمايتها من الصدأ والتآكل والأكسدة والعوامل الجوية .

أهم مركباته :

- ١- أكسيد الزنك (  $\text{ZnO}$  ) : الذي يُستخدم في الدهانات والمطاط ومُستحضرات التجميل (الكريمات)
- ٢- كبريتيد الزنك (  $\text{ZnS}$  ) : الذي يُستخدم في الطلاءات المُضيئة (طلاء الأسطح المُضيئة) وشاشات الأشعة السينية
- ٣- كلوريد الزنك (  $\text{ZnCl}_2$  ) : الذي يُستخدم كعامل حفاز في تفاعلات الأحماض الهالوجينية (HX) مع الكحولات (  $\text{R-OH}$  ) ... ستتضح في الكيمياء العضوية .



## الدرس الثاني : التركيب الالكتروني وحالات الأكسدة

التركيب الإلكتروني لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى :

- تقع إلكترونات التكافؤ – والتي تشارك في تكوين الروابط الكيميائية – في مداريين "مستويين" فرعيين 4s و 3d .

- تقع عناصر السلسلة الانتقالية الأولى في الدورة الرابعة بعد عنصر الكالسيوم الذي يقع في المجموعة 2A وتركيبه الإلكتروني كالتالي :

العنصر	عدده الذري	التوزيع الإلكتروني وفقا لمبدأ البناء التصاعدي	التوزيع الإلكتروني طبقا لأقرب غاز خامل
Ca	20	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$	$[Ar], 4s^2$

- **التوزيع الإلكتروني** : يتتابع فيها امتلاء أوريبتالات المستوى الفرعي (3d) الخمسة بالإلكترونات المفردة حتى نصل إلى المنجنيز ( $3d^5$ ) ثم يحدث ازدواج في الإلكترونات حتى نصل إلى الخارصين (الزنك) ( $3d^{10}$ ) (وفقا لقاعدة هوند) .

العنصر	المجموعة	التوزيع طبقا لمبدأ البناء التصاعدي	التوزيع الإلكتروني لأقرب غاز خامل
$^{21}_{Sc}$	IIIB	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^1$	$[Ar], 4s^2, 3d^1$
$^{22}_{Ti}$	IVB	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^2$	$[Ar], 4s^2, 3d^2$
$^{23}_{V}$	VB	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^3$	$[Ar], 4s^2, 3d^3$
$^{24}_{Cr}$	VIB	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^5$	$[Ar], 4s^1, 3d^5$
$^{25}_{Mn}$	VIIB	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^5$	$[Ar], 4s^2, 3d^5$
$^{26}_{Fe}$	VIII	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^6$	$[Ar], 4s^2, 3d^6$
$^{27}_{Co}$	VIII	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^7$	$[Ar], 4s^2, 3d^7$
$^{28}_{Ni}$	VIII	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^8$	$[Ar], 4s^2, 3d^8$
$^{29}_{Cu}$	IB	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^{10}$	$[Ar], 4s^1, 3d^{10}$
$^{30}_{Zn}$	IIB	$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}$	$[Ar], 4s^2, 3d^{10}$

### تدريب

التركيب الإلكتروني للعمود 11 للجدول الدوري .....

أ-  $(ns^2)$  ب-  $(n-2)d^{10}ns^1$

ج-  $(n-1)d^9ns^2$  د-  $(n-1)d^{10}ns^1$





ملاحظات علي التوزيع الإلكتروني

ملاحظة رقم ١

أ- يشذ التوزيع الإلكتروني لكلاً من :

(أ) الكروم ( $_{24}\text{Cr}$ ) يكون :  $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$

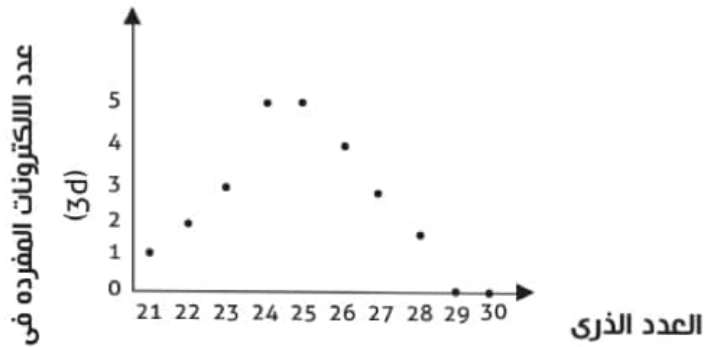
(ب) النحاس ( $_{29}\text{Cu}$ ) يكون :  $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$

حيث يكون المستويين الفرعيين ( $4s$ ) و المستوي الفرعي ( $3d$ ) نصف ممتلئين كما في الكروم أو تام الامتلاء كما في النحاس ويكون ( $4s$ ) نصف ممتلئ وبذلك تكون الذرة أقل طاقة أى أكثر استقراراً

ملاحظة رقم ٢

- لا يوجد عنصر إنتقالى يكون فيه عدد الإلكترونات فى المستوى الفرعي  $3d$  ضعف عدد الإلكترونات فى المستوى الفرعي  $4s$  .

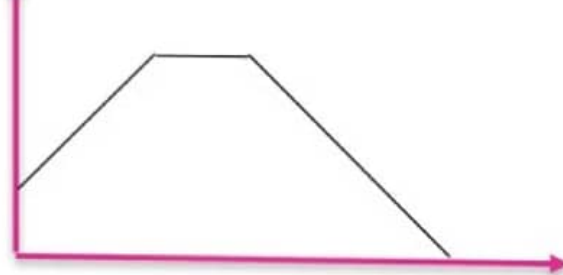
- العلاقة بين عدد الإلكترونات المفردة فى المستوى الفرعي ( $3d$ ) والعدد الذرى لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى



- العلاقة بين عدد أوريبتالات ( $3d$ ) النصف ممتلئة بالإلكترونات والعدد الذرى لعناصر السلسلة الأولى هي

عدد أوريبتالات ( $3d$ )

النصف ممتلئة



العدد الذرى



عملية الأكسدة

هي عملية فقد إلكترونات المستوى الأخير عند الدخول في التفاعلات الكيميائية

والجدول التالي يوضح حالات تأكسد عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى وبعض مركباتها :

و الشائع منها	
3	$Sc_2O_3$ يتفاعل مع الهالوجينات ( $X_2$ ) مثل ( $Br_2, Cl_2$ ) مكوناً : $ScX_3$ مثل : $ScBr_3$
2, 3, 4	$TiO_2, Ti_2O_3, TiO$
2, 3, 4, 5	$V_2O_5, VO_2, V_2O_3, VO$
2, 3, 6	$CrO_3, Cr_2O_3, CrO$
2, 3, 4, 6, 7	$MnO_2, Mn_2O_3, MnO, KMnO_4, K_2MnO_4$
2, 3, 6	$Fe_2O_3, FeO$
2, 3, 4	$\{CoF_6\}^{2-}, CoCl_3, CoCl_2$
2, 3, 4	$NiO_2, Ni_2O_3, NiO$
1, 2	$CuO, Cu_2O$
2	$ZnO$

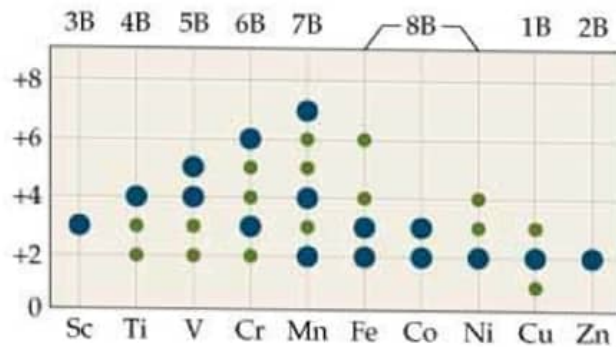
ملاحظات علي التوزيع الإلكتروني

ملاحظة رقم ٣

- الشكل البياني التالي : يوضح أعداد التأكسد لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى

يتضح من الشكل :

تعطي جميع عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى حالة التأكسد (+ 2) و ذلك بفقد إلكترونى المستوى الفرعى (4s) أولاً وفي حالات التأكسد الأعلى تفقد الإلكترونات من المستوى الفرعى (3d)



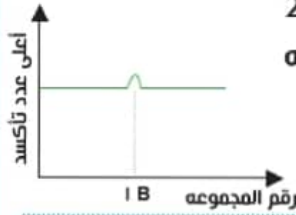
- لاحظ : السكندنيوم الوحيد الذى يعطى حالة تأكسد +3 مباشرة لأن في هذه الحالة يكون ( $3d^0$ ) فارغاً تماماً من الإلكترونات و تكون الذرة أكثر ثباتاً .





### ملاحظة رقم ٤

- تزداد حالات التأكسد حتى تصل أقصاها ( +7 ) في حالة المنجنيز الذي يقع في المجموعة 7B ثم تقل حتى تصل الى ( +2 ) في الخارصين الذي يقع في المجموعة 2B ، ومن هنا يتضح أن اعلي عدد تأكسد لأي عنصر لا يتعدى رقم مجموعته ماعدا عناصر المجموعة 1B وهي النحاس والفضة والذهب .



### ملاحظة رقم ٥

- تتميز العناصر الإنتقالية بتعدد حالات تأكسدها ( علل ) ؟  
ج : لأن الإلكترونات المفقودة عند تأكسد العنصر تخرج من المستوى الفرعي (4s) أولاً ثم المستوى الفرعي القريب منه في الطاقة (3d) بالتتابع .

### ملاحظة رقم ٦

الذرة تكون أقل طاقة وأكثر استقراراً عندما يكون المستوى الفرعي (d) في إحدى الحالات الآتية

تام الامتلاء ( $d^{10}$ )	نصف ممتلئ ( $d^5$ )	خالي ( $d^0$ )
$Zn^{2+}$	$Mn^{2+}, Fe^{3+}$	$Ti^{4+}, Sc^{3+}$

لاحظ أن الامتلاء الكامل أو الإمتلاء النصفى للمستوى الفرعي ليس هو العامل الوحيد لثبات التركيب الإلكتروني للعنصر في المركب . "الشكل الفراغى وقيم الزوايا بين المركب تحدد ثبات المركبات. ث٢"

### ملاحظة رقم ٧

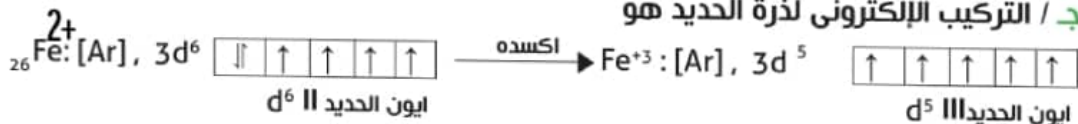
- يمثل الشكل البياني التالى العلاقة بين طاقة الذرة ودرجة إستقرارها  
- العلاقة عكسية بين طاقة الذرة ودرجة إستقرارها وذلك لأن الذرة لكي تكون أكثر إستقراراً يجب أن تكون ذات طاقة أقل



- ملحوظة : هناك حالة أخرى للإستقرار وهي : ( $d^3$ ) مثل : ( $Cr^{3+}$ ) , ( $Mn^{4+}$ )  
فسر :

١ - يسهل أكسدة أيون الحديد II ( $Fe^{2+}$ ) إلى أيون الحديد III ( $Fe^{3+}$ ) ؟

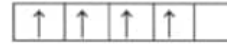
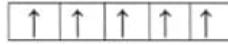
ج / التركيب الإلكتروني لذرة الحديد هو



- أيون الحديد III أكثر استقراراً لأن المستوى الفرعي 3d نصف ممتلئ ( $d^5$ ) لذا يسير التفاعل في اتجاه تكوين التركيب الأكثر استقراراً



٢ - يصعب أكسدة أيون المنجنيز II ( $Mn^{2+}$ ) إلى أيون المنجنيز III ( $Mn^{3+}$ ) ؟  
ج / التوزيع الإلكتروني لبعض عناصر السلسلة الإنتقالية الثالثة



- يلاحظ ان المستوى الفرعى ( 3d ) فى ايون المنجنيز II نصف ممتلئ (  $d^5$  ) لذا فهو اكثر استقرارا من ايون ( $Mn^{3+}$ ) وتصبح عملية الاكسدة

#### ملاحظة رقم ٨

- تتكون السلسلة الإنتقالية الثالثة من عناصر ( اللانثانيوم La ) عدده الذرى "57" ومن عنصر الهافانيوم Hf ( عدده الذرى 72 ) حتى عنصر الزئبق Hg ( عدده الذرى 80 )
- يتضمن توزيعها الإلكتروني الإملاء التدريجى لأوربيتالات الـ 5d
- يقع بين عنصر اللانثانيوم والهافانيوم 14 عنصر من  $_{58}Ce$  إلى  $_{71}Lu$  "عناصر اللانثانيدات" والتي يتتابع فيها إملاء أوربيتالات المستوى الفرعى 4f

العنصر	العدد الذرى	التوزيع الإلكتروني لأقرب غاز خامل
La	57	$[Xe], 6S^2, 5d^1$
Hf	72	$[Xe], 6S^2, 4F^{14}, 5d^2$
Ta	73	$[Xe], 6S^2, 4F^{14}, 5d^3$
W	74	$[Xe], 6S^2, 4F^{14}, 5d^4$
Hg	80	$[Xe], 6S^2, 4F^{14}, 5d^{10}$

- والجدول التالى يمثل التوزيع الإلكتروني لبعض عناصر اللانثانيدات

العنصر	العدد الذرى	التوزيع الإلكتروني لأقرب غاز خامل
Ce	58	$[Xe], 6S^2, 4F^1, 5d^1$
Pr	59	$[Xe], 6S^2, 4F^3, 5d^0$
Lu	71	$[Xe], 6S^2, 4F^{14}, 5d^1$

#### تدريب

عنصر ينتهى توزيعه الإلكتروني بـ  $4f^7, 5d^1, 6s^2$  ينتمى إلى .....

- أ ) السلسلة الإنتقالية الأولى
- ب ) سلسلة الأكتينيدات
- ج ) سلسلة اللانثانيدات
- د ) السلسلة الإنتقالية الثالثة



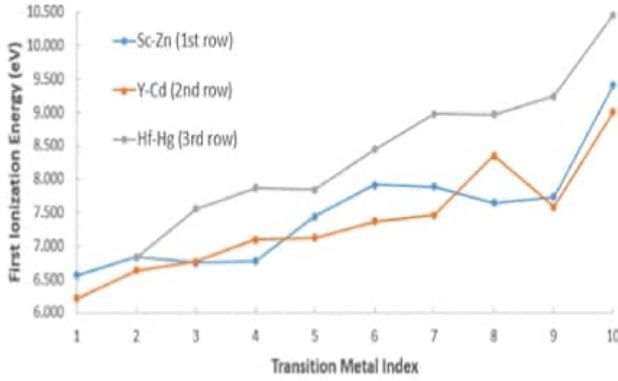


مقدار الطاقة اللازمة لإزالة أو فصل أقل الإلكترونات ارتباطا بالذرة وهى فى الحالة الغازية

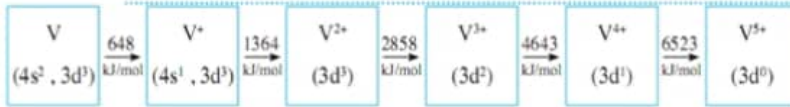


كلما ازداد عدد البروتونات ( العدد الذرى ) زادت قيمة جهد التأين .

First Ionization Energies of d-block Transition Metals (except La)



- فى الفلزات الانتقالية نجد أن طاقات التأين المتتالية تزداد بتدرج واضح كما يتبين من جهود تأين الفاناديوم مقدرة بالكيلو جول / مول فى حالات الأكسدة المتتالية .



ملاحظة رقم ٩

- العلاقة البيانية بين قيم جهود تأين

الفاناديوم وأيوناته -العلاقة طردية كلما

زادت شحنة النواة الفعالة (شحنة الأيون ) زاد جهد التأين تدريجيا .

قيم جهود التأين الأربعة الأولى تقريبا تزداد بمقدار الضعف

٢- فى الفلزات الممثلة مثل الصوديوم و الماغنسيوم و

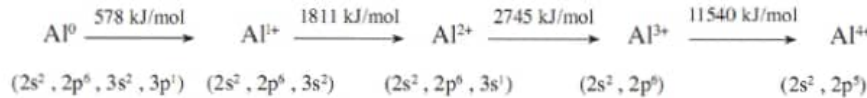
الألمنيوم نجد أن الزيادة فى جهد التأين الثانى فى حالة

الصوديوم و الثالث فى حالة الماغنسيوم و الرابع فى حالة

الألمنيوم كبيرة جدا لأنه يتسبب فى كسر مستوى طاقة

جهد التأين

جهد التأين



ملاحظة رقم ١٠

- لا يمكن الحصول على أيون السكندريوم Sc<sup>4+</sup>.

جهد التأين الرابع للسكندريوم كبير جدا

- يصعب الحصول على أيون التيتانيوم Ti<sup>5+</sup>

جهد تأينه الخامس مرتفع جدا .

- يصعب الحصول على أيون الفاناديوم V<sup>6+</sup>

لا يكون الفاناديوم مركبات حالة تأكسده بها تساوى 6+

- جهد تأينه السادس مرتفع جدا

وذلك لأنه يتسبب فى كسر مستوى طاقة مكتمل بالإلكترونات



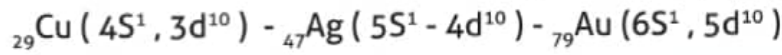
مما سبق يمكن وضع تعريف للعنصر الانتقالي

### العنصر الانتقالي

هو العنصر الذي تكون فيه الأوربيبتالات ( $d^{1-9}$ ) أو ( $f^{1-13}$ ) مشغولة ولكنها غير تامة الامتلاء سواء في الحالة الذرية أو في أي حالة من حالات تأكسده

### تدريب

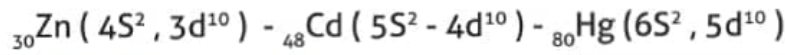
هل تعتبر فلزات العملة coinage metal وهي النحاس والفضة والذهب عناصر انتقالية علما بأن التركيب الالكتروني للأوربيبتالاهما الخارجي هو



يتضح ان المستوى الفرعي ( $d$ ) للفلزات الثلاثة ممتلئ بالالكترونات ( $d^{10}$ ) في الحالة الذرية ولكن عندما تكون في حالة تأكسد ( $+2$ ) أو ( $+3$ ) نجد أن المستوى الفرعي ( $d$ ) يكون غير ممتلئ ( $d^9$ ) أو ( $d^8$ ) إذن فهي عناصر انتقالية

### تدريب

هل تعتبر فلزات الخارصين والكاديوم والزنك عناصر انتقالية علما بأن التركيب الالكتروني للأوربيبتالاهما الخارجي هو



يتضح ان المستوى الفرعي ( $d$ ) للفلزات الثلاثة ممتلئ بالالكترونات ( $d^{10}$ ) سواء في الحالة الذرية أو في حالة التأكسد ( $+2$ ) لذا لا تعتبر هذه الفلزات الانتقالية لأنها تكون ممتلئة المستوى الفرعي ( $d$ ) في الحالة الذرية وفي الحالة المتأينة



المؤسس

٤٠



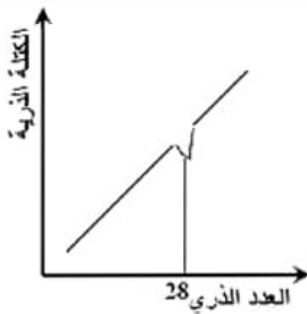


## الدرس الثالث : الخصائص العامة لعناصر السلسلة الإنتقالية الأولى

- الكتلة الذرية
- نصف القطر الذري
- الخاصية الفلزية
- الخواص المغناطيسية
- النشاط الحفزي
- الأيونات الملونة

العنصر	الكتلة الذرية	نصف قطر الذرة $A^\circ$	الكثافة $g/cm^3$	درجة الإنصهار $^\circ C$	درجة الغليان $^\circ C$
$_{21}Sc$	45.0	1.44	3.10	1397	3900
$_{22}Ti$	47.9	1.32	4.42	1680	3130
$_{23}V$	51	1.22	6.07	1710	3530
$_{24}Cr$	52	1.17	7.19	1890	2480
$_{25}Mn$	54.9	1.17	7.21	1247	2087
$_{26}Fe$	55.9	1.16	7.87	1538	2800
$_{27}Co$	58.9	1.16	8.70	1490	3520
$_{28}Ni$	58.7	1.15	8.90	1492	2800
$_{29}Cu$	63.5	1.17	8.92	1083	2582

### أولا : الكتلة الذرية



تزداد تدريجيا بزيادة العدد الذري .

**علل :** يشذ النيكل في التدرج في الكتلة الذرية عن باقي عناصر السلسلة الانتقالية ؟.

**ج :** يرجع ذلك لوجود خمسة نظائر مستقرة للنيكل المتوسط الحسابي لها،  $58.7u$



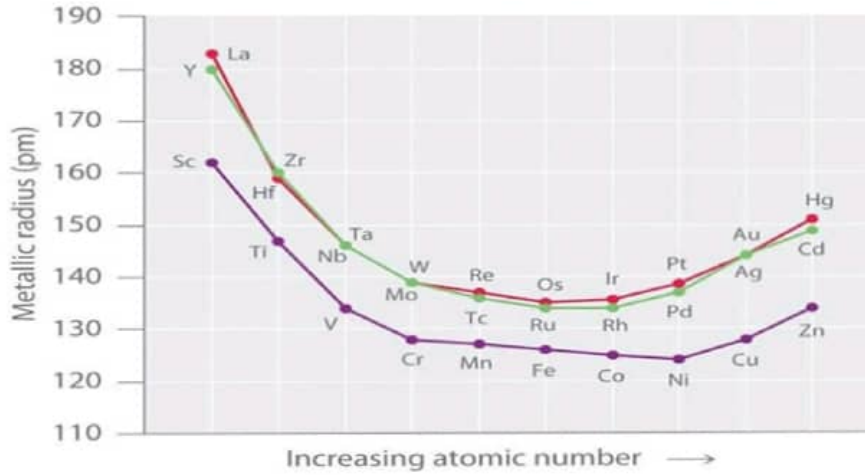
EI

الصف الثالث الثانوى



ثانيا : نصف القطر

- يلاحظ ان انصاف الاقطار الذرية لعناصر السلسلة الانتقالية الرئيسية الاولى :
- لا تتغير كثيرا عند الانتقال عبر السلسلة الانتقالية الاولى .
  - الثبات النسبي لنصف القطر من الكروم الى النحاس .



س علل : الثبات النسبي لنصف القطر من الكروم الى النحاس في عناصر السلسلة الانتقالية الاولى ؟

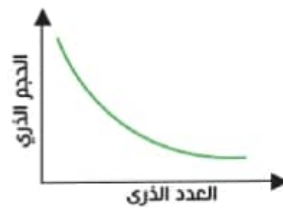
- التناقص في الحجم الذري لعناصر السلسلة الانتقالية الاولى لأ يكون كبيرا
- ج : يرجع ذلك الى عاملين متعاكسين هما :
- العامل الاول : هو زيادة الشحنة الفعالة للنواة بزيادة العدد الذري فيزداد قوة جذب النواة للإلكترونات و يعمل على نقص نصف القطر .
- العامل الثاني : هو تزايد عدد إلكترونات المستوى الفرعي (3d) فتزداد قوى التنافر بينها و يعمل على زيادة نصف القطر .

س علل : استخدام عناصر السلسلة الإنتقالية الأولى في صناعة السبائك ؟

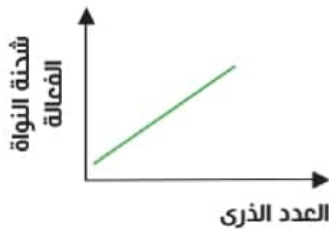
- ج : بسبب الثبات النسبي في أنصاف أقطارها

ملاحظة رقم ١١

- يقل نصف القطر من السكندايوم للكروم لأن قوة جذب النواة للإلكترونات < قوة التنافر بين الإلكترونات .
- العلاقة بين الحجم الذري والعدد الذري من السكندايوم حتى الكروم



- يتصف نصف القطر بالثبات النسبي من الكروم وحتى النحاس وذلك بسبب قوة جذب النواة للإلكترونات = قوة التنافر بين الإلكترونات
- نصف قطر النحاس أكبر من النيكل وذلك بسبب قوة جذب النواة للإلكترونات > قوة التنافر بين الإلكترونات
- نصف قطر الخارصين أكبر من النحاس وذلك بسبب قوة جذب النواة للإلكترونات > قوة التنافر بين الإلكترونات
- أكبر العناصر في نصف القطر هو السكنديوم
- أقل العناصر في نصف القطر هو النيكل
- العلاقة البيانية بين شحنة النواة الفعالة والعدد الذري



### ثالثا : الخاصية الفلزية

علل : عناصر السلسلة الانتقالية تعتبر فلزات نموذجية

لأنها تتميز بـ :

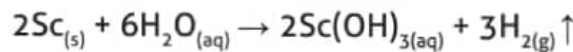
1. جميعا فلزات صلبة تمتاز باللمعان و البريق و جودة التوصيل الحرارى و الكهربى .
2. لها درجات انصهار و غليان مرتفعة و يعزى ذلك إلى الترابط القوى بين الذرات والذي يتضمن إشترك إلكترونات الـ 3d,4s فى هذا الترابط
3. معظمها فلزات ذات كثافة عالية .



وتزداد الكثافة بزيادة العدد الذري لأن الحجم الذري لهذه العناصر رثابت تقريباً والعامل الذى يؤثر فى الزيادة التدريجية فى الكثافة هو زيادة الكتلة الذرية

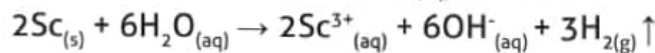
4. متباينة فى النشاط الكيميائى :

- النحاس فلز محدود النشاط
- الحديد : متوسط النشاط يصدأ عند تعرضه للهواء الجوى
- السكنديوم : شديد النشاط إذ يحل محل هيدروجين الماء بشده .



المعادلة الأيونية :

هيدروكسيد السكنديوم الناتج  $2Sc(OH)_{3(aq)}$  قلوى قوى يتأين فتصبح المعادلة كالتالى :



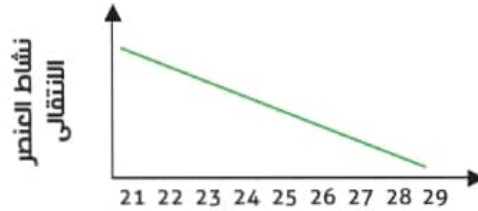


ملاحظة رقم ١٢

- للكشف عن حدوث التفاعل السابق : نقرب شظية مشتعلة لفوهة الأنبوبة : " حيث يشتعل الهيدروجين بفرقة " . وبذلك يشبه تفاعل الصوديوم مع الماء .

ملاحظة رقم ١٣

- بزيادة العدد الذرى للعناصر الإنتقالية فى السلسلة الإنتقالية الأولى يقل نشاط



رابعا : الخواص المغناطيسية

لاحظ : كان لدراسة الخواص المغناطيسية الفضل الكبير فى فهم كيمياء العناصر الانتقالية :

انواع الخواص المغناطيسية

الخاصية الدايا  
مغناطيسية

الخاصية  
البارامغناطيسية

أولاً : الخاصية البارامغناطيسية

الخاصية البارامغناطيسية

هى خاصية تظهر فى الذرات أو الأيونات التى تتجاذب مع المجال المغناطيسى الخارجى نتيجة وجود إلكترون مفرد

ملاحظات هامة

- ١- تظهر هذه الخاصية فى الاليونات أو الذرات أو الجزيئات التى يكون فيها أوريبتالات تشغلها إلكترونات مفردة ( علل ) ؟
- حتى ينشأ عن غزل ( دوران ) الالكترون المفرد حول محوره مجال مغناطيسى يتجاذب مع المجال المغناطيسى الخارجى
- ٢ - تتناسب قوى الجذب المغناطيسى فى المواد البارامغناطيسية تناسب طرديا مع عدد الالكترونات المفردة
- ٣ - معظم مركبات العناصر الانتقالية مواد بارامغناطيسية .



- يمكن عن طريق قياس و تقدير العزم المغناطيسية للمادة تحديد عدد الإلكترونات المفردة و من ثم تحديد التركيب الإلكتروني لأيون الفلز .
- أكبر العناصر فى قيمة العزم هو الكروم وأقل العناصر هو الخارصين
- تتناسب قوة الجذب المغناطيسى فى المواد البارامغناطيسية مع عدد الإلكترونات المفردة .

#### معلومة إثرائية :

يمكن حساب العزم المغناطيسى من القانون

$$n = \sqrt{n [ n + 2 ]}$$

حيث  $n$  هى عدد الإلكترونات المفردة ، ووحدة قياس العزم المغناطيسى هى البوهرماجنتون BM .

#### ثانيا : الخاصية الدايا مغناطيسية

##### الخاصية الدايا مغناطيسية

هى خاصية تظهر فى الذرات أو الأيونات التى تتنافر مع المجال المغناطيسى الخارجى لعدم وجود إلكترونات مفردة

#### ملاحظه

تنشأ هذه الخاصية فى المواد التى تكون الإلكترونات فى جميع أوربيتالاتها (d) فى حالة إزدواج فيكون عزمها المغناطيسى يساوى صفراً ( **علل** ) لأن كل الكترونين مزدوجين يعملان فى اتجاهين متضادين .

#### تدريب

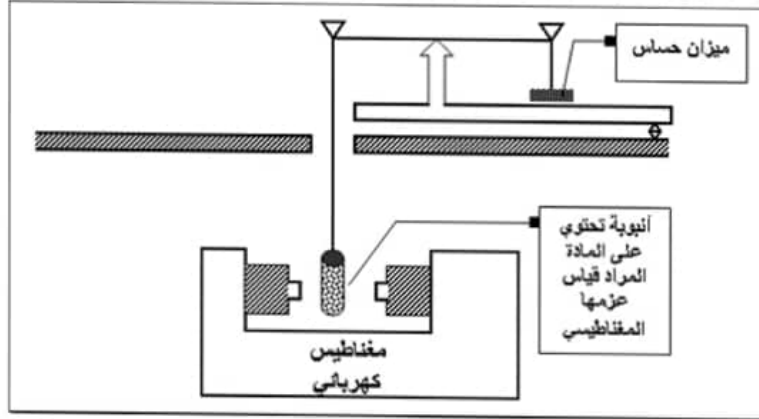
أى المواد الآتية ديامغناطيسية و ايها بارامغناطيسية : ذرة الخارصين (  $d^{10}$  ) Zn أيون النحاس (  $d^9$  ) II ، كلوريد الحديدوز (  $d^6$  ) II

الذرة أو الأيون	التوزيع الإلكتروني لأوربيتالات d	عدد الإلكترونات المفردة	الخاصية المغناطيسية
Zn	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$	صفر	ديامغناطيسى
$Cu^{+2}$	$\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow$	١	بارامغناطيسى
$Fe^{+2}$	$\uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	٤	بارامغناطيسى



طريقة قياس جوى للعزم المغناطيسى :

- يقاس العزم المغناطيسى باستخدام الميزان المغناطيسى ( ميزان جوى ) الموضح بالشكل

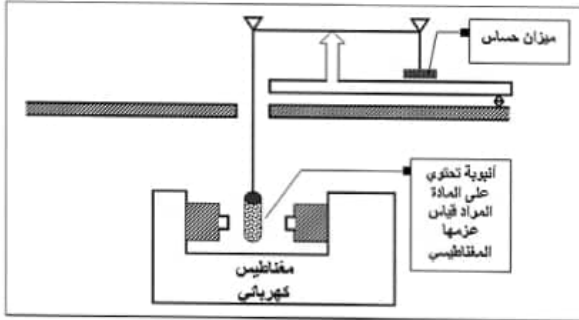


وتعتمد فكرة عمل الجهاز على قياس وزن المادة فى عدم وجود المجال المغناطيسى ومرة أخرى فى وجود المجال المغناطيسى ويتضح

ملاحظة رقم ١٤

- تبدو المواد الدايا عادة أخف فى وجود المجال المغناطيسى نتيجة لتنافرها مع المجال المغناطيسى .
- بينما المادة البارامغناطيسية تكون عادة أثقل فى وجود المجال المغناطيسى لتجاذبها مع المجال المغناطيسى .

تدريب



فى الشكل المقابل : المادة التى ستحدث أكثر تحركاً لمؤشر الميزان الحساس عند وضعها فى الأنبوبة فيما يلى :

أ (  $Fe^{2+}$  )

ب (  $Mn^{2+}$  )

ج (  $Cr^{3+}$  )

د (  $V^{2+}$  )

ج/ الفكرة كلها إنحراف المؤشر طب إمتى يزداد لما تكون المادة بتاعتى تتجذب للمغناطيس ، طب هنا أعرف المادة هتتجذب ولا لا هبدأ أوزع كل أيون على حده واشوف هل فيه إلكترون مفرد ولا لا والأيون الذى يحتوى على أكبر عدد من الإلكترونات المفردة هو الذى هينجذب للمغناطيس بشكل أكبر فهيزود انحراف المؤشر بدرجة كبيرة





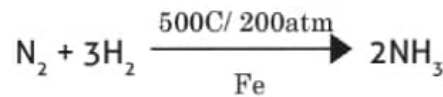
$Fe^{2+}$	$[Ar], 4s^0, 3d^6$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$
$Mn^{2+}$	$[Ar], 4s^0, 3d^5$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$
$Cr^{3+}$	$[Ar], 4s^0, 3d^3$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$		
$V^{2+}$	$[Ar], 4s^0, 3d^3$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$		

### خامسا : النشاط الحفزي

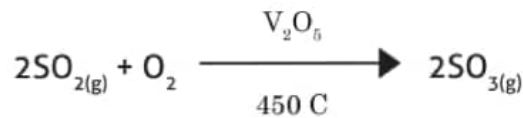
عمل : الفلزات الانتقالية عوامل حفز مثالية ؟

ج : لأن إلكترونات المستويين 3d , 4s تستخدم في تكوين روابط بين الجزيئات المتفاعلة و ذرات سطح الفلز مما يؤدي إلى تركيز هذه المتفاعلات على سطح الحافز و إلى إضعاف الرابطة في الجزيئات المتفاعلة مما يقلل طاقة التنشيط و يساعد على سرعة التفاعل .

١. الحديد المجزأ في تحضير غاز النشادر بطريقة ( هابر - بوش ) :



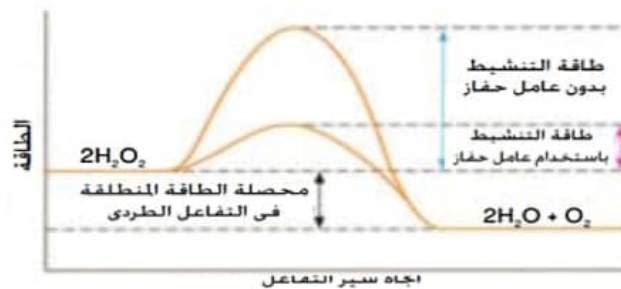
٢. خامس اكسيد الفانديوم كعامل حفاز في تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس :



٣. مركبات التيتانيوم تستخدم كعامل حفز في تحويل الايثيلين إلى بولي إيثيلين

### سؤال

س : وضع بالرسم البياني أثر  $MnO_2$  كعامل حفز في تفاعل انحلال  $H_2O_2$  :



EV

الصف الثالث الثانوي





أثر  $MnO_2$  كعامل حفز في تفاعل انحلال  $H_2O_2$

رقم ( 1 ) يعبر عن طاقة المتفاعلات

رقم ( 2 ) يعبر عن طاقة النواتج

رقم ( 5 ) مقدار الإنخفاض في طاقة التنشيط

وتساوى الفرق بين 3-4

رقم ( 6 ) يعبر عن طاقة تنشيط التفاعل

الطردي في غياب العامل الحفاز وتساوى

الفرق بين 3-1

رقم ( 7 ) تعبر عن طاقة تنشيط التفاعل

الطردي في وجود العامل الحفاز وتساوى الفرق بين 4-1

رقم ( 8 ) تعبر عن طاقة تنشيط التفاعل العكسي في غياب العامل الحفاز وتساوى الفرق بين

3-2

رقم ( 9 ) تعبر عن طاقة تنشيط التفاعل العكسي في وجود العامل الحفاز وتساوى الفرق بين

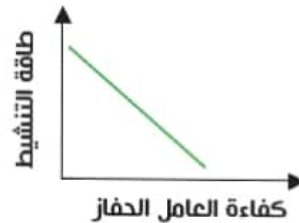
4-2

رقم (10) تعبر عن قيمة  $H\Delta$  للتفاعل وتساوى الفرق بين 2-1 وتساوى الفرق بين 8-6

### ملاحظة رقم ١٥

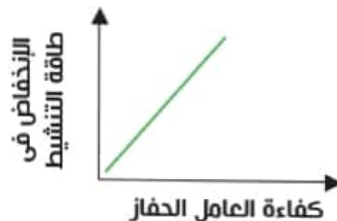
- العلاقة بين كفاءة العامل الحفاز وطاقة التنشيط "علاقة عكسية "

- أي كلما قلت طاقة التنشيط زادت كفاءة العامل الحفاز



- العلاقة بين كفاءة العامل الحفاز ومقدار الإنخفاض في طاقة التنشيط "علاقة طردية "

- تقاس كفاءة العامل الحفاز بمقدار الإنخفاض في طاقة التنشيط



ملاحظة

١ - النشاط الحفزي :

$$\Delta H = [ - ]$$

- إذا كانت النواتج أقل من المتفاعلات : يكون التفاعل طارد للحرارة

$$\Delta H = [ + ]$$

- إذا كانت النواتج أكبر من المتفاعلات : يكون التفاعل ماص للحرارة

العامل الحفاز : المادة التي دخلت وخرجت من التفاعل كما هي

- لو أعطى رسمه وقال

( أ ) متى تردد كفاءة العامل الحفاز ؟

- عندما تردد قيمه X : وتنقص قيمه Y

ب ( طاقة التنشيط للتفاعل العكسي ؟

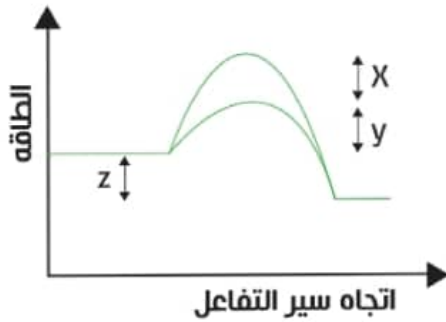
$$X + Y + Z$$

ج ( طاقة التنشيط للتفاعل الطردي ؟

$$X + Y$$

د ( حراره التفاعل هي ؟

$$z = \Delta H$$



امتحانات إلكترونية ومراجعات  
وملخصات وملاحظات واسئلة  
وكل ما يخص المواد  
اكتب في بحث تليجرام.



العباقره ٣ث

@OW\_Sec3





## الفصل الاول

### للتعامل مع اسئله تفاعلات الحديد

٥ - التغير في اللون

٣ - التغير في عدد التأكسد

١ - نوع التفاعل

٤ - التغير في الحالة الفيزيائية

٢ - التغير في الكتلة

١ - تفاعلات الحديد

- تفاعل الاحتراق - يحدث تغير في اللون حيث يتحول الى اللون الاسود

- تزداد الكتلة

- تزداد اعداد التأكسد حيث يتكون من خليط اكاسيد الحديد

II و III

- يحدث تغير في اللون حيث يتحول الى اللون الاسود

- تزداد الكتلة

- تزداد اعداد التأكسد حيث يتكون من خليط اكاسيد الحديد

II و III

اكسده واختزال

- تزداد الكتلة - تزداد اعداد التأكسد من

zero الى +3

احلال بسيط

- تزداد الكتلة - يزداد اعداد التأكسد من

zero الى +2

- يتغير اللون

- تزداد الكتلة

- يتكون محاليل املاح حديد II و III

- وهي مركبات ملونه

- ذمول الحديد

- يقل عدد ذرات السطح

- ويظل عدد ذرات الدخل ثابتة

$Fe_{(s)}$

$O_2 / \Delta$

$Fe_3O_{4(s)}$

النواتج الاساسيه

$H_2O$

$Fe_3O_{4(s)}$

500 C

$Cl_2$

$FeCl_3$

$\Delta$

HCl

$FeCl_2$

dil

HCl

Conc

$FeCl_{2(aq)} + FeCl_{3(aq)}$

$HNO_3$

Conc

المؤسس

٦٦



## العناصر الانتقالية

